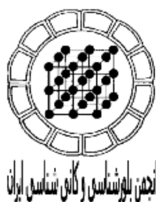


مجله بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران

سال بیست و چهارم، شمارهٔ دوم، تابستان ۹۵، از صفحهٔ ۲۳۱ تا ۲۴۲

بررسی سرشتی‌های کانی‌شناسی، ساختی، بافتی و ژئوشیمیایی معدن چاه سرب، طبس

صادق سلطانی[۱]، محمد حسن کریم پور*[۲]، مسعود همام[۱]، محمد رضا حیدریان شهری[۲]

۱- گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- مرکز تحقیقات ذخایر معدنی شرق ایران، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

(دریافت مقاله: ۹۴/۲/۱۵ ، نسخه نهایی: ۹۴/۶/۱۴)

چکیده: کانسار چاه سرب در ۶۶ کیلومتری شمال طبس و ۱۶ کیلومتری شمال غربی روستای شیرگشت جای گرفته است. کانی شناسی ماده معدنی ساده بوده و گالن کانی اصلی ماده معدنی را تشکیل می دهد. سروزیت کانی اقتصادی ثانویه پس از گالن است، کانی‌های اصلی دیگر شامل اسفالریت، پیریت، تترائدریتو کالکوپیریت بوده در حالی که کانی‌های فرعی عبارتند از آنگلزیت، مالاکیت، آزوریت، فلوریت، مینیوم، ولفنیت و اکسیدهای آهن. دگرسانی‌ها شامل دولومیتی شدن، سیلیسی شدن و هماتیتی شدن است. دولومیتی شدن اصلی‌ترین دگرسانی مشاهده شده در سنگ میزبان است. کانی‌سازی به صورت رگه‌ای و دارای روند شرقی_غربی است. بافت اصلی ماده‌ی معدنی پرکننده‌ی فضای خالی است. در کانسار چاه سرب عیار متوسط سرب ۶٫۹٪ ، روی ۶٫۳٪ و نقره ۱۴ ppm است. با توجه به چینه شناسی کربناتی به سن ژوراسیک میانی، دگرسانی دولومیتی سنگ میزبان، کانسارسازی دیرزاد و لایه‌ی کران، بافت پرکننده‌ی فضای خالی از ویژگی‌های کانی‌شناسی و شواهد ژئوشیمیایی، مدل کانسارسازی نوع دره می سی سی پی برای کانسار چاه سرب پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: *چاه سرب؛ گالن؛ دولومیتی شدن؛ کربنات؛ نوع دره‌ی می‌سی‌سی‌پی.*

مقدمه

معدن چاه سرب در شمال غربی شهرستان طبس بین طول‌های جغرافیایی ′۳۷ °۵۶ و ′۴۲ °۵۶ خاوری و عرض‌های جغرافیایی ′۰۲ °۳۴ و ′۰۷ °۳۴ شمالی جای دارد و در ۶۶ کیلومتری شمال طبس و ۱۶ کیلومتری شمال غربی روستای شیرگشت جای گرفته است (شکل ۱). منطقه‌ی مورد بررسی در گستره‌ی چهار گوش ۱/۲۵۰۰۰۰ چاه سرب (عشق آباد) و ۱/۱۰۰۰۰۰ شیرگشت واقع شده است. این منطقه در رده‌بندی منطقه‌های زمین ساختی- رسوبی ایران [۱] در گستره منطقه‌ی ساختاری ایران مرکزی و در نقشه‌ی زمین ساخت ایران [۲] در گستره‌ی مثلث میانی (median mass) و در بلوک طبس قرار دارد، بلوک زمین ساختی طبس در غرب بلوک لوت و در شرق بلوک رباط پشت بادام واقع شده است. ناحیه‌ی شیرگشت از دو واحد زمین شناسی و ریخت شناسی متفاوت تشکیل شده است که شامل رشته کوه‌های پیرحاجات (ادامه‌ی شمالی رشته کوه های کلمرد در غرب حوضه‌ی طبس) در غرب و کوه‌های درنجال در شرق است. این ناحیه از نظر قابلیت کانی سازی سرب و روی از پتانسیل بالایی برخوردار است. اغلب معادن و نشانه‌های سرب و روی در شمال، جنوب و جنوب غربی عشق آباد پراکنده‌اند. مهمترین معادن ذخائر و نشانه‌های معدنی سرب و روی در این منطقه شامل معادن و یا نشانه‌های چاه سرب، کوه ماری،

*نویسنده مسئول، تلفن: ۰۵۱۳۸۷۹۷۲۷۵، نمابر: ۰۵۱۳۸۷۹۶۴۱۶ پست الکترونیکی:karimpur@um.ac.ir

اوشک، گردو، ازبک کوه، شوره، قلعه، رقه، سیب زار، قوچ کوهی، کالار، تلخ آب، دق سراجیو پشت کله، گوش کمر، نیگنان، بیدو، کویرو، قواستو، گوه سیاه (قرشیرعلی) و کوه سیاه (خرمایو) هستند [۳]. سازندهای منطقه بیشتر به تریاس و ژوراسیک وابسته است. در گوشه‌ی شمال غربی، رخنمونی کوچکی از کربنات‌های پرمین (سازند جمال) یافت می شود و پادگانه‌های عهد حاضر جوان‌ترین نهشته‌ها را پدید می‌آورند. تریاس در برگیرنده‌ی سازند شیلی_آهکی سرخ شیل و سازند دولومیتی_آهکی شتری است. سازندهای ژوراسیک نیز شامل شیل و ماسه سنگ شمشک، سازند آهک بادامو، سازند شیل- مارن بغمشاه و سازند آهک - مارن قلعه دختر می شوند [۴]. تا شعاع ۲۰ کیلومتری پیرامون منطقه‌ی مورد بررسی هیچ اثری از فعالیت‌های آذرین دیده نمی شود [۳]. کانی‌سازی بیشتر به طبقات دولومیتی-آهکی سازند قلعه دختر محدود می‌شود و در واحدهای سنگی دیگر کمیاب است، سازندقلعه دختر ردیفی از آهک های لایه‌ای و آلی آواری با میان لایه‌های مارنی به رنگ خاکستری تیره است که بیشتر در بخش های مرکزی و شمالی رشته کوه شتری گسترش دارد. برش الگوی این سازند در باختر بشرویه و در شمال روستای رقه واقع شده و توسط اشتوکلین و همکاران [۵] توصیف شده‌اند. در تعریف اولیه، این سازند به سه بخش شامل ماسه سنگی زیرین (۱۹۴ متر)، بخش شیلی میانی (۴۵۸ متر)و بخش آهکی زبرین (۳۲۲ متر) تقسیم شده است (شکل۲) که این بخش آهکی زبرین میزبان کانی سازی سرب و روی در کانسار چاه سرب است.

روش بررسی

پس از بررسی‌های کتابخانه‌ای، بازدید از معدن و عملیات نمونه برداری طی چند مرحله صورت گرفت. در مجموع بیش از ۱۵۰ نمونه از ماده‌ی معدنی و سنگ میزبان به صورت تصادفی انتخاب شدند. از نمونه‌های برداشت شده در حدود ۱۰۰ مقطع نازک و صیقلی تهیه و بررسی شدند. تعداد ۷ عدد نمونه از ماده‌ی معدنی و سنگ میزبان به روش XRD در آزمایشگاه کانساران بینالود تهران مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی‌های ژئوشیمیایی ۳۰ نمونه‌ی سنگی از گستره‌ی معدنی چاه سرب برداشت شدند و به روش ICP-OES در آزمایشگاه ALS کانادا مورد تجزیه قرار گرفتند.

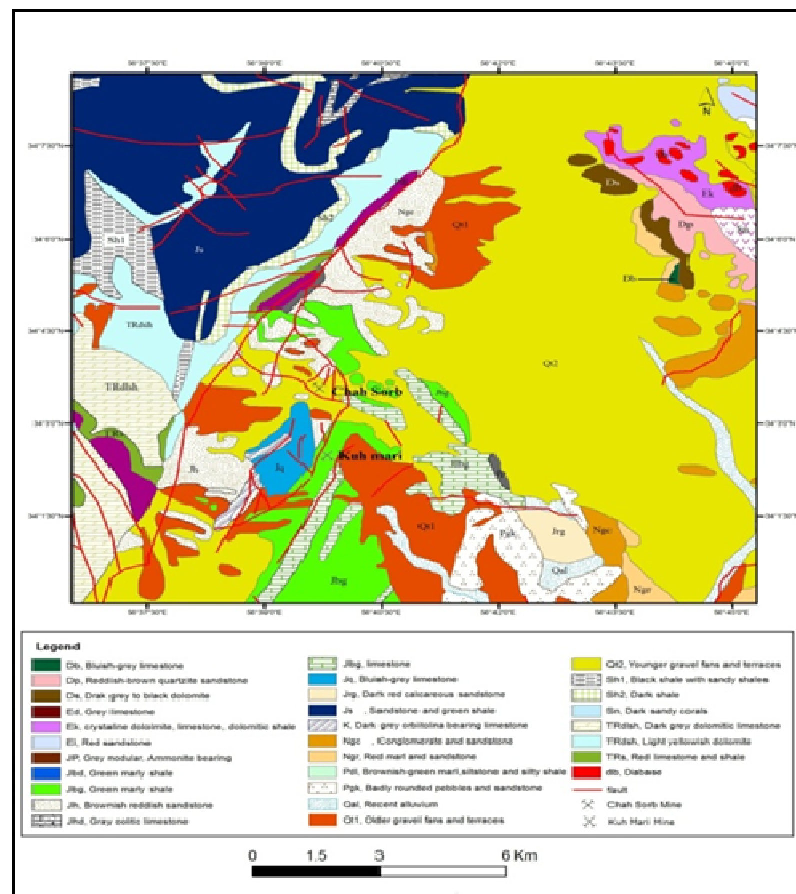
بحث و بررسی

کانی شناسی

با توجه به مشاهدات صحرایی و مقاطع صیقلی، کانی‌شناسی کانسار بسیار ساده بوده و گالن کانی اصلی و اولیه و سروزیت کانی ثانویه اقتصادی پس از گالن است. کانی‌های اصلی شامل اسفالریت، پیریت، تترائدریت ($Cu_{12}Sb_4S_{13}$) و کالکوپیریت بوده و کانی‌های فرعی عبارتند از آنگلزیت، مالاکیت، آزوریت، فلوریت، مینیوم (O_4Pb_3)، ولفنیت ($PbMoO_4$)، پلاتنریت و اکسیدهای آهن و منگنز هستند. کلسیت کانی باطله اصلی این کانسار است و به مقدار کمتر کوارتز، باریت و دولومیت حضور دارند. پیریت که همراه معمول کانسنگ‌های سرب و روی در سنگ‌های کربناتی است، در اینجا کمیاب است. در جدول (۱) ۷ نمونه از نتایج آنالیز پراش پرتو ایکس (XRD)، نمونه‌ها آورده شده‌اند.



شکل ۱ راه‌های دسترسی به کانسار چاه سرب.



شکل ۲ نقشه زمین شناسی گستره چاه سرب (اقتباس از نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ شیرگشت).

جدول ۱ نتایج حاصل از آنالیز XRD ۷ نمونه‌ی به دست آمده از معدن چاه سرب.

شماره نمونه	کانی های اصلی	کانی های فرعی
D-2-CH	گالن-کوارتز	همی مورفیت-سروزیت-اسمیت زونیت
D-4-CH	کوارتز	هالیت-ژیپس-موسکوویت-ایلیت-سروزیت
D-5-CH	گالن -باریت-کوارتز-کلسیت	سروزیت
D-7-CH	گالن-کوارتز-کلسیت	سروزیت
D-8-CH	گالن –کوارتز	سروزیت -همی مورفیت
D-9-CH	گالن-کوارتز-کلسیت	سروزیت-همی مورفیت
D-10-CH	گالن-کوارتز-کلسیت	-

در زیر به شرح مختصری از برخی کانی‌ها و چگونگی رخداد آن پرداخته می‌شود.

گالن: کانی اصلی و اولیه در کانسار چاه سرب است که به‌صورت درشت بلور درون شکاف‌ها و رگه‌ها و ریز بلور به صورت پرکننده‌ی فضای خالی بین قطعات برش گسلی حضور دارند و یا به صورت افشان در زمینه‌ی سنگ‌های کربناتی مشاهده می شوند. شکل‌گیری سولفیدها در اندازه‌های ریز و درشت می‌تواند به سرعت متفاوت اختلاط شاره‌های کانسار ساز با هم نسبت داده شود [۶]. از نظر دنباله‌ی کانسارسازی، گالن مقدم بر هرگونه کانه سازی دیگراست؛ به طوری که این کانی به‌صورت ریز بلور و نازک لایه به صورت قشری روی تمامی برش‌ها و سطوح شکاف‌ها و فضاهای خالی حضور دارند. این حالت از کانی‌سازی به دلیل کاهش ناگهانی دما و واکنش سریع شاره-های کانسارساز در اثر برخورد با سنگ میزبان است و این بافت خاص کانسارهای با بافت پر کننده‌ی فضای خالی است [۷] (شکل۳)، شکل‌های مختلفی از گالن در بررسی‌های

میکروسکوپی مشاهده شده‌اند که در ادامه به اختصار به آن‌ها اشاره می‌شود:

گالن یوهدرال

در این حالت گالن شکل کاملی از خود نشان می‌دهد و زمینه‌ی آن را سنگ کربناتی تشکیل می‌دهد. در بیشتر مقاطع صیقلی این نوع گالن از حاشیه در حال تبدیل شدن به سروزیت است. گالن‌های شکل‌دار هم در درون رگه‌های کانه‌دار و هم در متن سنگ میزبان قابل مشاهده‌اند.

گالن پر کننده‌ی فضای خالی

این بافت گالن هم در درون سنگ کربناتی میزبان و هم در درون رگه‌های کلسیتی و سیلیسی دیده می‌شود، این بافت به خوبی آخرین شکل‌گیری گالن نسبت به سنگ میزبان کربناتی و و را ژنتیک بودن کانه‌زایی را نشان می‌دهد.

گالن دوباره رشد یافته

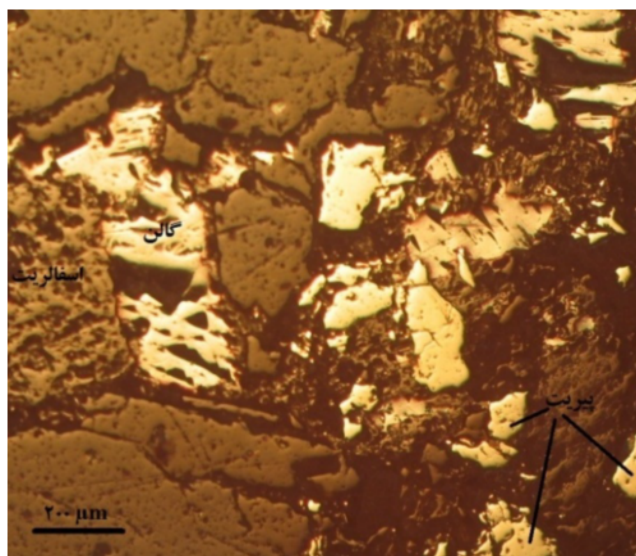
تبلور دوباره بلورهای گالن که ظاهراً تحت تاثیرطولانی تغییر شکل مکانیکی قرار گرفته اند و رشد دوباره پیدا کرده‌اند.

گالن خرد شده

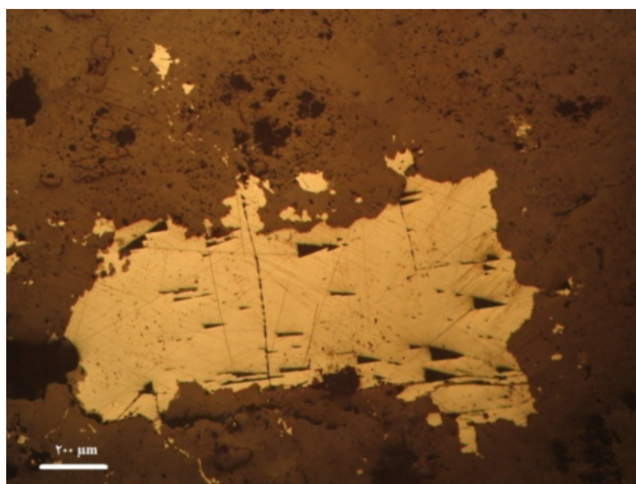
در تعدادی از نمونه‌ها کانی گالن، بافت کاتاکلاستیک را نشان می‌دهد که بیانگر اعمال نیروهای زمین ساختی بر این کانی است.

اسفالریت

اسفالریت به صورت ادخال های ریز و منفرد در زمینه‌ای از گالن وجود دارد و به ندرت همرشدی اسفالریت و گالن در برخی از نمونه ها دیده می‌شود (شکل ۴).



شکل ۳ بلور گالن در زمینه‌ی سنگ کربناتی، که بافت پرکننده‌ی فضای خالی دارد.



شکل ۴ همراهی بلور اسفالریت با گالن خرد شده و پیریت.

پیریت

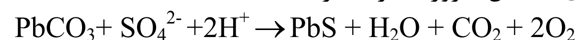
برخلاف بیشتر کانسارهای سرب و روی با میزبان کربناتی که کانی پیریت فراوانترین کانی در کانسنگ است [۸،۷]، در معدن چاه سرب این کانی گسترش چندانی ندارد و فقط به طور محدود در تعدادی از مقاطع به صورت انتشاری در سنگ میزبان کربناتی و در رگه های معدنی دیده می‌شود.

کالکوپیریت

فراوانی این کانی در معدن چاه سرب بسیار ناچیز است و در چند مقطع به صورت ضعیف مشاهده می‌شود که همراه با گانگ کلسیتی در درون رگه مشاهده می‌شود.

سروزیت

فراوانترین کانی ثانویه سرب در این کانسار، سروزیت است (شکل ۵). با توجه به سنگ میزبان کربناتی و در نتیجه حضور کربنات در محیط، فراوانی مطلق این کانی نسبت به دیگر کانی های ثانویه سرب قابل توجیه است. واکنش زیر را می توان برای تشکیل سروزیت ارائه کرد[۷]:



$$PbCO_3 + SO_4^{2-} + 2H^+ \rightarrow PbS + H_2O + CO_2 + 2O_2$$

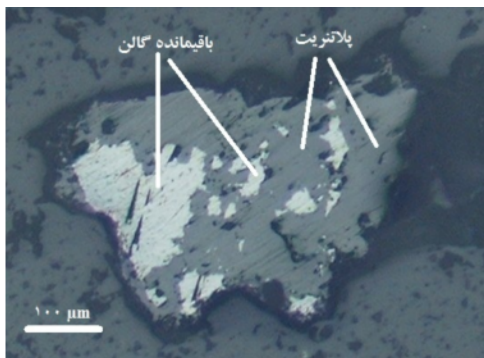
در مقیاس ماکروسکپی، سروزیت بشکل صفحات در هم تنیده‌ی شیشه‌ای رنگ در شکاف‌ها و حفرها وجود دارد و به شکل‌های رگچه ای، انتشاری، ژئودی نیز دیده می‌شود.

پلاتنریت: این کانی به صورت پوششی خاکی سیاه رنگ در سطوح تونل‌ها و کارگاهای بهره‌برداری شده‌ی قدیمی و در نقاطی با مقدار اکسیژن بالا به‌عنوان اصلی‌ترین کانی اکسیدی سرب در کانسار چاه سرب حضور دارد. این کانی خاص نقاط با آب و هوای خشک است. این کانی در محیط‌های اسیدی، در پتانسیل اکسایشی (Eh) بالا به وجود می‌آید و با افزایش pH این کانی می‌تواند در پتانسیل اکسایش پایین تر نیز تشکیل شود[۹]. جانشینی گالن به وسیله سروزیت و پلاتنریت منجر به تشکیل بافت‌های جانشینی متنوعی شده است که از آن جمله بافت جانشینی خوردگی (Caries)، کناره‌ای (Boundary)، جانشینی شبکه‌ای (Networkreplacement)، اسکلتی، جانشینی در راستای رخ (Cleavagereplacement) و برجای مانده جانشینی (Replacement relict texture)، قابل مشاهده است. در بافت برجای مانده جانشینی، گالن اولیه به وسیله کانی‌های ثانویه جانشین شده و فقط قالبی از کانی گالن باقیمانده است (شکل ۶).

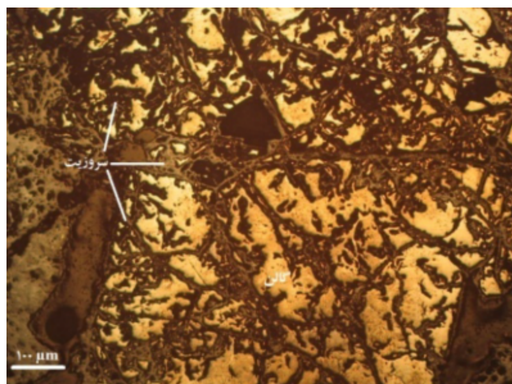
ولفنیت ($PbMoO_4$): این کانی به همراه سروزیت در شکاف‌ها به صورت پولک‌های نارنجی و خود شکل چارگوشی کمیاب دیده می شود (شکل ۷). مولیبدن لازم برای تشکیل ولفنیت احتمالاً از ساختار شبکه‌ای گالن خارج شده و یا از ادخال‌های میکروسکوپی مولیبدنیت درون گالن ریشه گرفته است. در منطقه اکسیدی حامل اصلی مولیبدن، کانی ولفنیت است که می تواند مقادیری از عناصر تنگستن، کروم، وانادیوم، مس وکلسیم را نیز در ساختار خود نگه دارد[۱۰].

واکنش زیر را می‌توان برای تشکیل ولفنیت پیشنهاد کرد[۷]:

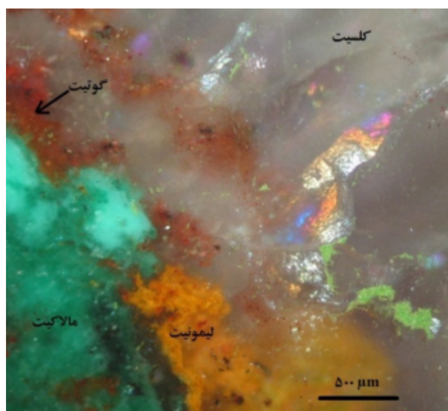
$$PbMoO_4 + 3\ SO_4^{2-} + 4H^+ \rightarrow PbS + MoS_2 + 2H2O + 7O_2$$



شکل ۵ تشکیل سروزیت در زمینه‌ی بلور گالن.



شکل ۶ بافت بر جا مانده‌ی جانشینی از گالن به وسیله‌ی پلاتنریت.



شکل ۷ تشکیل بلورهای نارنجی رنگ ولفنیت روی ماده‌ی معدنی اکسید شده (سروزیت).

اکسیدهای آهن

کانی‌های گوتیت، ژاروسیت، هماتیت و لیمونیت از تجزیه و آب دار شدن پیریت حاصل شده‌اند. فرآیند اکسید شدن در راستا گسل‌ها و شکستگی‌ها از گسترش بیشتری برخوردار است (شکل ۸).

کلسیت ($CaCO_3$)

کلسیت اصلی‌ترین کانی باطله همراه با ماده‌ی معدنی بوده (شکل ۹) و در برخی از نقاط همراه با کوارتز، در رگه‌ها و رگچه های درون ماسه سنگ‌ها و آهک‌ها مشاهده می‌شود (شکل ۱۰). که موید نهشت همزمان کلسیت و کوارتز از شاره‌ی است. کلسیت به سه حالت درشت بلور، اسپاری و رگه ای دیده می شود (شکل ۱۱).

باریت: پس از کلسیت فراوانترین کانی باطله همراه با ماده معدنی بوده و به صورت توده‌ای در رگه‌ها، رگچه‌ها، فضای بین قطعات برشی و نیز به عنوان پرکننده‌ی فضای بین بلور های گالن حضور دارد. این کانی بافت‌های متنوعی همچون کلوفرم (Colloform)، رشد شعاعی و موازی (شکل ۱۲) (sub-parallel and radial growths)، نشان می‌دهد که همه‌ی آنها نشان از رشد در دمای پایین و در فضای خالی است.

دگرسانی سنگ میزبان

دگرسانی در کانسار چاه سرب ساده و ظریف است و بیشتر در اطراف رگه‌های معدنی مشاهده می‌شود و شامل دولومیتی شدن، سیلیسی شدن و هماتیتی شدن است. دولومیتی شدن اصلی‌ترین دگرسانی مشاهده شده در سنگ میزبان است. دولومیت‌ها به صورت پرکننده فضای خالی، سیمان سنگ میزبان و یا جانشین کننده کربنات اولیه در سنگ میزبان و نیز همراه با ماده معدنی حضور دارند.



شکل ۸ تشکیل مالاکیت و کانی‌های ثانویه اکسید آهن در درون رگه‌ی کلسیتی.



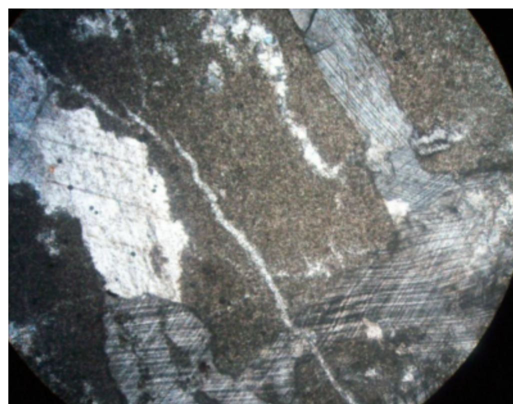
شکل ۹ نمایی از رگه کلسیتی همراه با کانه زایی گالن.



شکل ۱۰ رشد دوباره‌ی کلسیت در فضاهای خالی موجود در سنگ کربناتی.



شکل ۱۱ بلورهای کلسیت در زمینه‌ی سنگ کربناتی، کلسیت با بافت رگه ای و اسپاری قابل مشاهده است.



شکل ۱۲ باریت با بافت شعاعی.

سیلیسی شدن همراه با کانه‌زایی در سنگ‌های کربناتی مشاهده می‌شود، بر اساس لوورینگ [۱۱] سیلیسی شدن سنگ های آهکی می‌تواند نتیجه‌ی انحلال کربنات و ته نشست هم زمان سیلیس در بطن سنگ، پرشدگی حفره‌ها و شکستگی‌ها با سیلیس یا تلفیقی از هر دو رویداد باشد. در کانسار چاه سرب سیلیسی شدن در چند فاز مختلف صورت گرفته است، در نخست همراه با کانه‌زایی گالن سنگ میزبان سیلیسی شده است و رگه‌ها و رگچه‌های کلسیت و سیلیس همراه با کانه زایی تشکیل شده اند، در مراحل بعد رگه ها و رگچه های کلسیت و سیلیس بدون کانه زایی به وجود آمده اند و در مرحله‌ی آخر شاهد تبلور دوباره سیلیس و تشکیل بلورهای کوارتز در زمینه-ی سنگ کربناتی سیلیسی شده هستیم که اندازه‌ی این بلورهای کاملاً شکل دار به چند میلیمتر می‌رسد (شکل ۱۳). نهشت سیلیکات در کانسارهای نوع MVT بر اثر رقیق شدن و سرد شدن محلول گرمابی روی می دهد که می‌تواند منجر به نهشت سیلیکا و کانی‌های سولفیدی شود [۱۲]. البته لازم به یادآوری است که در کانسار چاه سرب با دور شدن از رگه‌های کانه‌دار از شدت سیلیسی شدن سنگ کربناتی کاسته می‌شود تا به سنگ کربناتی اولیه می‌رسیم.

هماتیتی شدن در اطراف رگه‌ها و رگچه‌های معدنی در تماس با سنگ میزبان، با ضخامت کم و گسترش محدود مشاهده می‌شود.

ویژگی‌های ساختی کانسار چاه سرب

کانی‌سازی در کانسار چاه سرب در طول چند رگه‌ی موازی با راستای تقریبا شرقی ـ غربی صورت گرفته است و شیب ۷۰-۸۰ درجه به سمت جنوب دارند (E-W, 70-80 S) (شکل ۱۴)، برای ایجاد چنین رگه‌هایی وجود نیروهای کششی عمود بر راستای رگه ها لازم است [۱۳]. اصلی ترین گسل این ناحیه گسل کالشانه است که در ۲ کیلومتری غرب معدن چاه سربقرار دارد که این گسل روند شمال شرقی_جنوب غربی دارد و اکثر درز و شکستگی‌های این گستره هم راستا با این گسل هستند (شکل ۲). مشاهدات صحرایی و بررسی نمونه‌های دستی در گستره‌ی کانسار چاه سرب حضور ساخت‌های زیر را نشان می‌دهد:

ساخت رگه‌ای

در کانسارهای گرمابی پدیده‌های مختلفی باعث ته نشینی ماده‌ی معدنی می‌شوند که می‌توان این پدیده‌ها را در دو دسته ته نشینی در نتیجه‌ی عوامل فیزیکی (شامل کاهش حرارت، کاهش فشار و کاهش در سرعت سیال گرمابی) و ته نشینی در نتیجه‌ی عوامل شیمیایی (شامل ته نشینی در اثر واکنش با سنگ میزبان و ته نشینی در نتیجه‌ی مخلوط شدن با شاره‌های دیگر) رده‌بندی کرد. ساخت رگه‌ای و پرکننده‌ی فضای خالی که در گستره‌ی معدن زیاد به چشم می‌خورد، ناشی از حرکت آبگون‌های کانه‌دار در منطقه‌های شکستگی و ته نشینی ماده‌ی معدنی در اثر عوامل فیزیکی و تمرکز در ساخت‌های ثانویه (شکستگی‌ها) به‌صورت رگه‌های کلسیتی و سیلیسی کانه‌دار است. در این نوع کانه‌زایی تاثیر عوامل شیمیایی در ته‌نشینی و تمرکز ماده‌ی معدنی نسبت به عوامل فیزیکی بسیار اندک است.

ساخت جانشینی سنگ دیواره

این ساختار در اثر جانشینی ماده‌ی معدنی به جای سنگ میزبان حاصل می شود و در تشکیل این بافت عوامل شیمیایی سهم مهمی دارند. این گونه ساخت به طور محدود و در حاشیه‌ی بعضی از رگه های معدنی گالن دار در درون سنگ میزبان کربناتی و حداکثر تا یک متری از رگه دیده می شود.

ساخت پرکننده حفرات و کارست

این حالت زمانی به وجود می‌آید که حفره هایی در سنگ میزبان به وجود آید و حفره‌ها به وسیله‌ی محلول‌های کانه دار بعدی پر شوند، بیشتر اوقات این حفره‌ها در نزدیکی مناطق گسله و در اثر انحلال سنگ میزبان کربناتی حاصل شده است. در تشکیل این ساخت عوامل شیمیایی دارای اهمیت بالایی هستند. در گستره‌ی چاه سرب حفره‌های کارستی با ابعاد کمتر از ۱۰ سانتیمتر تا بیش از چندین متر قابل مشاهده‌اند و به طور معمول به وسیله‌ی کلسیت‌های سفید، درشت بلور پر شده‌اند. در بیشتر موارد گالن در حاشیه‌ی حفره‌ها و در مرز بلور های کلسیت و سنگ میزبان قابل مشاهده است و در درون برخی از بلورهای کلسیت نیز حضور دارد. در تعدادی از رخنمون‌ها گالن در مرز بلورهای کلسیت و در شکستگی درون بلورهای کلسیت دیده می شود که نشانگر تاخیر در تشکیل گالن نسبت به کلسیت باشد.



شکل ۱۳ رشد دوباره کوارتز در زمینه‌ی سنگ کربناتی سیلیسی شده.



شکل ۱۴ استخراج ماده معدنی در راستای رگه.

ویژگی‌های بافتی کانسار چاه سرب

بر اساس مشاهدات صحرایی و میکروسکوپی، نوع کانه‌زایی در منطقه بیشتر رگه ای بوده و از روند گسل‌های موجود در منطقه پیروی می کند. ماده‌ی معدنی به شکل‌های مختلف درون رگه ها قرار دارندکه در زیر به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

بافت برشی (brecciatexture): این بافت مهمترین شکل کانسارسازی در کانسار چاه سرب است. برش‌ها از جنس سنگ دیواره‌اند که کم و بیش دگرسان شده‌اند و با اندازه‌ای از چند تا چند ده سانتیمتر درون رگه‌ها قرار گرفته اند و به وسیله‌ی ماده معدنی سیمان شده‌اند، این بافت نشان دهنده‌ی فعالیت دوباره گسل‌ها پس از کانه زایی است (شکل ۱۵).

بافت کوکاد (textureCockade): بافت کوکاد از بافت‌های شاخص پر کننده‌ی فضای خالی در کانسارهای سرب و روی با میزبان کربناتی است [۱۴]. در کانسار چاه سرب این بافت از رشد متناوب گالن و سپس باریت روی سطح خارجی قطعات برش ایجاد شده است.

بافت قشری (Crustificationbounding): این بافت حاصل رشد متناوب گالن و باریت درون شکاف‌ها و فضای‌خالی بدون حضور برش است، در این بافت ماده‌ی معدنی به‌صورت قرینه نسبت به مرکز قرار دارد که به‌صورت قشرهایی روی سطح داخلی شکاف ها و حفره‌ها را پر کرده و متناوباً از نظر ترکیب تغییر می‌کنند که نشان دهنده‌ی تغییر در ترکیب شاره‌ی اولیه یا تغییر در عوامل موثر در ته نشست هرکدام از کانی‌ها بوده است. معمولاً مرکز این بافت خالی بوده و یا با کانی‌های ثانویه همچون سروزیت و ولفنیت پر شده است. بلورهای ماده‌ی معدنی در این بافت نسبت به بافت‌های ماده‌ی معدنی در بافت برشی درشت‌تر است که احتمالاً به سبب سرعت پایین‌تر رشد و آرامش بیشتر شاره‌ها و در نتیجه هسته‌زایی کمتر در این نقاط است که باعث ایجاد بلورهایی با اندازه درشت‌تر شده است. این بافت غالباً در کانسارهای با دمای پایین دیده می شود [۱۵].

بافت انتشاری (Disseminatedtexture): این بافت در نزدیکی رگه‌ها و درون سنگ میزبان دیده می‌شود که در واقع حاصل نفوذ گرماب‌ها به درون سنگ میزبان است. در مواردی نیز این

بافت به صورت پرکننده‌ی فضای بین بلوری در سنگ میزبان دولستون دیده می‌شود (شکل ۱۶).

مراحل کانسار سازی و دنباله‌ی تشکیل دوگانه‌ی سنگ‌ها

سنگ‌های کربناتی به سن ژوراسیک در منطقه‌ی چاه سرب، نخست تحت تاثیر نیروهای زمین ساختی حاکم بر منطقه، شرایط و فضای لازم برای کانسار سازی را به‌دست آورده‌اند. در این مرحله دولومیتی شدن واحدهای کربناتی نیز صورت گرفته است و در مراحل بعد محلول‌های کانه‌دار از طریق گسل‌ها و شکستگی‌ها به داخل کربنات ها نفوذ کرده و ماده‌ی معدنی در فضاهای خالی ته نشست کرده است. در این مرحله در اثر واکنش شاره‌ی کانه‌دار با سنگ دیواره، شاهد دولومیتی شدن، سیلیسی شدن و کربناتی شدن در سنگ میزبان هستیم. در جدول ۲ دنباله‌ی ته نشست کانی‌ها در کانسار چاه سرب به اختصار آمده است.



شکل ۱۵ بافت برشی خرد شده شامل قطعات خرد شده سنگ میزبان و سیمان ماده معدنی.



شکل ۱۶ نمایی از ماده معدنی با بافت افشان و رگه‌ای.

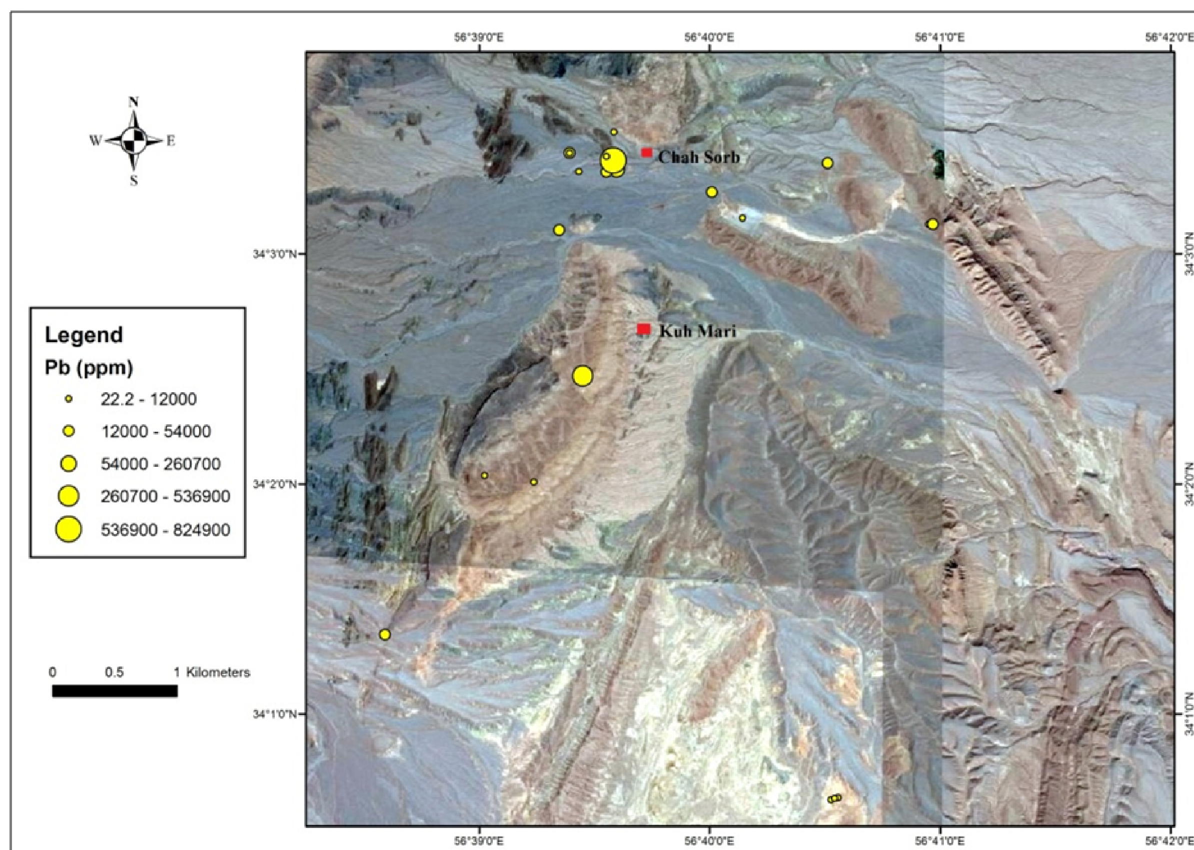
جدول ۲ دنباله‌ی تشکیل پاراژنزی کانی‌های اصلی کانسارچاه سرب.

کانیها	مرحله همزادی (سین ژنتیک)	مرحله غیر همزادی (اپی ژنتیک)	سوپرژن و اکسیدی
گالن			
اسفالریت			
پیریت			
کالکوپیریت			
سروزیت			
پلاتنریت			
دولومیت			
کلسیت			
باریت			
کوارتز			
اکسیدهای آهن			

ژئوشیمی نمونه‌های سنگی

در بررسی‌های ژئوشیمی چگونگی پراکندگی عناصر مختلف در سنگ میزبان و رگه های کانه‌دار و ارتباط و همبستگی این عناصر با یکدیگر مورد نظر است. با بررسی این روابط می توان تا حدودی به محیط و فرایندهای مؤثر در تشکیل کانسار پی برد [۱۶].

در کانسار چاه سرب نمونه‌ها از لایه‌های معدنی و سنگ میزبان به صورت سطحی برداشت شده‌اند که تعداد آنها ۳۰ نمونه بوده‌اند، (شکل ۱۷) که تجزیه‌ی شیمیایی نمونه ها برای ۵۱ عنصر در آزمایشگاه ALS کانادا انجام گرفت. نتایج آزمایش برخی از عناصر مهم به‌صورت پارامترهای آماری در جدول ۳ آمده‌اند که در زیر نیز به اختصار بررسی شده‌اند:



شکل ۱۷ پراکندگی نمونه‌های سنگی و فراوانی سرب در نمونه‌ها در منطقه‌ی چاه سرب.

جدول ۳ پارامترهای آماری مربوط به نتایج آزمایش نمونه‌های سنگی (بر حسبppm).

	تعداد	مینیمم	ماکزیمم	میانگین	انحراف از معیار	چولگی	کشیدگی
سرب	۳۰	۲۲	۸۲۴۹۰۰	۶۹۴۰۰	۱۸۷۳۳۵٫۸۷۹	۳٫۳۸۰	۱۱٫۳۸۳
روی	۳۰	۵۷	۴۴۸۵۰۰	۶۳۴۰۰	۱۲۹۵۴۵٫۶۸۷	۲٫۴۱۲	۴٫۶۶۸
نقره	۳۰	۰٫۰۴	۱۴۱	۱۳٫۹۱۶۳	۳۵٫۹۶۹	۳٫۰۱۲	۸٫۲۸۲
کادمیم	۳۰	۰٫۹	۴۱۵	۵۵٫۴۲۱	۱۱۲٫۱۲۶۵	۲٫۳۵۵	۴٫۵۰۵
آرسنیک	۳۰	۰	۱۶۶	۳۴٫۸۲۶	۳۸٫۵۸۷۵	۱٫۷۵۴	۳٫۸۸۸
مس	۳۰	۱٫۴	۴۶۷	۸۹٫۱۴۸	۱۳۱٫۸۶۰۶	۱٫۹۵۵	۲٫۶۳۳
آنتیموان	۳۰	۰	۶۷۵	۸۹٫۰۹	۱۶۷٫۳۹۲	۲٫۶۰۵	۶٫۳۸۳
باریم	۳۰	۱۴	۴۰۶۰	۱۰۳۸٫۰۴	۱۳۳۷٫۵۱۷	۱٫۰۹۷	۰٫۱۹۴-
جیوه	۳۰	۰	۵۵٫۴	۱۱٫۴۲۱	۱۵٫۳۸۶۷	۱٫۵۵۴	۱٫۶۸۲
اورانیوم	۳۰	۰٫۱	۲۷٫۸	۴٫۳۱۲	۵٫۸۶۱۹	۲٫۹۶۲	۹٫۹۸۲

سرب (Pb): مهم‌ترین عنصر در کانسار چاه سرب است و فروانی آن در رگه های معدنی تا ۶۰٪ نیز می رسد، فراوانی Pb در سنگ های دربرگیرنده به بیش از۲۰۰۰ppm می رسد. در طول رگه ها فراوانی Pb متغیر است. در کل همخوانی و همبستگی خوبی بین Pb و Zn دیده می‌شود، البته فراوانی Pb چندین برابر Zn است.

روی (Zn): فراوانی Zn در منطقه‌ی کانساری حداکثر به ۱۰٪ می‌رسد و در کل درصد فراوانی پایینی نسبت به سرب دارد، فراوانی Zn نیز در سنگ های دربرگیرنده به بیش از۵۰۰ ppm می رسد و فراوانی Zn مانند Pb در طول رگه‌ی معدنی متغیر است و رگه در برخی نقاط کم عیار و در برخی نقاط پر عیار می‌شود.

نقره (Ag): فراوانی Ag نیز با نزدیک شدن به رگه‌های کانه‌دار افزایش می‌یابد و همبستگی بالایی با Pb دارد و در نقاط سرشار از Pb فراوانی آن به ۱۴۱ ppm نیز می‌رسد و فراوانی آن در سنگ در برگیرنده بسیار پایین است (کمتر از ۱۰ ppm).

کادمیم (Cd): فراوانی Cd نیز با نزدیک شدن به رگه‌های معدنی افزایش می‌یابد و تا ۴۱۵ ppm نیز می‌رسد و همبستگی بالایی با روی نشان می‌دهد و فراوانی آن در سنگ در برگیرنده بسیار پایین است (کمتر از ۱۰ ppm).

جیوه (Hg): جیوه نیز همبستگی بالایی با روی نشان می‌دهد و در نمونه هایی که درصد روی بالاتر است فراوانی جیوه به ۵۵ ppm نیز می رسد که قابل توجه است و مشکلات جسمانی و بیماری های به وجود آمده برای کارگران معدن چاه سرب در طول معدنکاری در گذشته را می‌توان به آلودگی ناشی از بخارهای جیوه وابسته دانست.

باریم (Ba): فراوانی Ba در سنگ دربرگیرنده پایین است و با نزدیک شدن به رگه‌های کانه‌دار افزایش می‌یابد. بیشترین فراوانی باریم در رگه‌های معدنی در سطح برابر با ۴۰۶۰ ppm است. فراوانی باریت در نمونه‌های تونلی بسیار بالاتر است و در طبقات پایینی معدن چاه سرب باریت پس از کلسیت مهمترین باطله معدنی است.

مس (Cu): فراوانی Cu نیز در بیشتر موارد با نزدیک شدن به رگه‌ها افزایش می‌یابد و حداکثر فراوانی آن در رگه معدنی به ۴۶۷ ppm می‌رسد.

بحث و برداشت

در گستره‌ی چاه سرب کانی‌سازی در درون آهک و دولومیت سازند قلعه دختر با سن ژوراسیک میانی صورت گرفته است. کانی‌سازی به صورت رگه‌ای با راستای شرقی-غربی و شیب ۷۰-۸۰ درجه به سمت جنوب مشاهده می‌شود. غالباً رگه‌ها و شکستگی‌ها هم راستا با راستای گسل‌های منطقه، روند شمال شرقی_جنوب غربی دارند. ضخامت رگه‌ها از چند میلیمتر تا چندین متر تغییر می‌کنند. گالن کانی اصلی ماده‌ی معدنی است، سروزیت فراوانترین کانی ثانویه است، اسفالریت به‌صورت محدود مشاهده می‌شود، کلسیت و باریت به ترتیب فراوان‌ترین کانی‌های باطله هستند، بافت‌های متنوعی از ماده‌ی معدنی مشاهده شده‌اند که همگی از نوع پرکننده فضای خالی در دمای پایین هستند. در مورد چگونگی ایجاد فضای خالی باید گفت که نیروهای زمین ساختی باعث تشکیل گسل ها در منطقه‌ی مورد بررسی شده است که خود منجر به ایجاد درز و شکاف-های مناسب برای کانسارسازی شده اند. بر اساس بررسیهای ژئوشیمیایی، سرب عنصر اصلی است و درصد روی در بیشتر رگه ها پایین است. فراوانی جیوه و اورانیوم در رگه‌ها نسبتاً بالاست که متاسفانه عامل مهم آلودگی حین استخراج ماده معدنی شده است. عناصر Pb با Ag، Bi،Sb و Zn با Cd،Hg همبستگی بالایی دارند. با توجه به چینه شناسی کربناتی به سن ژوراسیک میانی، دگرسانی دولومیتی سنگ میزبان، کانسارسازی دیرزاد و لایه کران و همچنین بافت‌های پرکننده فضای خالی نشان دهنده‌ی شباهت خاستگاه این کانسار با کانسارهای نوع دره‌ی می سی سی پی (MVT) است[۱۷-۱۹] و چنین می‌توان نتیجه گرفت که این کانسار در رده‌ی کانسارهای نوع دره‌ی می سی سی پی قرار می‌گیرد.

مراجع

[۱] روتنر ا.، نبوی م. ح.، حاجیان ج.، گزارش شماره ۴ سازمان زمین شناسی کشور، به همراه نقشه ۱۰۰،۰۰۰: ۱ شیر گشت و

نقشه ۱:۲۵۰۰ که توسط روتنر تهیه و ضمیمه گزارش شده است.

[2] Alavi M., *"Sedimentary and structural characteristics of the paleo-tethys remnants inNortheatern Iran"*, Geol. Soc. American Bullten.

[۳] قربانی م.، *"ذخایر سرب و روی در ایران"*، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۴۸۰ صفحه (۱۳۷۹).

[۴] آقا نباتی ع.، *"زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور"*، ۵۸۵ صفحه (۱۳۸۵).

[5] Stocklin J., *"Structural history and Tectonic of Iran, A review"*, Am. Assoc. Of Petroleum Geologist Bull., 52 (1968) P. 1229-1258.

[6] Ghazban F., Mcnutt R.h., Schwarcz H.P., *"Genesis of sediment- hosted Zn-Pb-Ba deposits in the Irankuh district, Esfahan Area, West-Central Iran "*, Economic Geology, V. 89, (1994) pp.1262-1278.

[7] Guilbert J.M., Park Jr. C.F., *"The Geology of Ore Deposits, Freeman and Company "*, New York, 985 p (1997).

[8] Orgun Y., Guktekin A.H., onal A., *"Geology, Mineralogy and Fluid inclusion data From the ArapucanPb-Zn-Cu-Ag deposit, Canakkale, Turkey"*, Jurnal of Asian Sciences, (2004) P. 629-642.

[9] Mason B., C.B. Moore, *"Principles of Geochemistry "*, John Willey and Sons, Inc., (1982).

[10] Williams S.A., *"The Significance of Habit and Morphology of Wulfenite "*, The American Mineralogist, v. 51 (1966) pp.1212-1217.

[11] Lovering T.G., *"The origin of jasperoid in limestone"*, Economic Geology 57 (1962) 861-889.

[12] Plumlee G. S., Leach D. L., Hofstra A. H., Landis G. P., Rowan E. I., Viets J. G., *"Chemical reaction path modeling of ore deposition in Mississippi vally type Pb-Zn deposits of the Ozark region, U.S. mid-continent"*, Economic Geology 89 (1994) 1361-1383.

[۱۳] کریم پور م. ح.، سعادت س.، *" زمین شناسی اقتصادی کاربردی "*، انتشارات ارسلان، (۱۳۸۱)، ۵۳۵ ص.

[14] Shadlun T. N., *"Ore texture as indicators of formation conditions of mineral paragenisis in different type of stratiform lead- zinc deposits "*, Heidelberg, (1980) pp. 607- 624.

[15] Ineson P.R., *"Introduction to Practical Ore Microscopy "*, Longman publishers, (1989)181 p.

[16] Hedenquist J.W., Arribas R.A., Gonzalez E., *"Exploration for epithermal gold deposits"*, Reviewsin Economic Geology, (2000) P. 245- 277.

[17] Garlick W.G., *"Hydrothermal versus syngenetic theories of ore deposition: Diss"*, Economic Geology, V. 58 (1963) P. 447-456.

[18] Evans A.M., *"An introduction to ore geology"* Blackwell scientific publication, (1980) 231 P.

[19] Sangester D.F., *"Mississippi Valley Type and Sedex Lead-Zinc deposits"*, A comparative examination: Appl. Earth. Sci., No. 99 (1990) P. 21-42.